

ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT (PLTGL) DENGAN TIPE *LINKAGE* MENGGUNAKAN *SOLIDWORKS*

Affifah Islamiyah, R. Priyoko Prayitnoadi^a, dan Budi Santoso

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Balunijuk, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 33172

^{a)} email korespondensi: priyokoprayitnoadi@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan gelombang laut sebagai pembangkit listrik merupakan salah satu alternatif. Selain dengan persediaan yang tiada habisnya teknologi ini juga ramah terhadap lingkungan dan dapat diperoleh secara cuma-cuma. Gelombang laut merupakan salah satu energi terbarukan, dimana tinggi dan periode gelombang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) Dengan Tipe *Linkage* digambar, disimulasi dan dianalisa menggunakan aplikasi *solidworks*. Pada rancangan ini pelampung kontak langsung dengan gelombang laut akan dihubungkan dengan lengan gelombang. Kemudian dari lengan gelombang melalui pelampung akan diteruskan ke lengan gunting atau *link*. Lengan gunting atau *link* nanti akan dihubungkan ke *Rack gear* akan bergerak maju mundur dan memutar *gear* yang telah dihubungkan dengan *flywheel* menggunakan poros. *Gear* hanya berputar satu arah sehingga hanya memberikan gaya satu arah. *Flywheel* yang tersambung dengan poros akan menyimpan putaran dan menjadikan putaran lebih stabil. Untuk mendapatkan data kecepatan angular data yang dimasukkan berupa data ketinggian dan frekuensi perskala data yang diinput dalam *motion study*. Dari data yang didapatkan putaran tertinggi pada rancangan ini yaitu 532 Rpm yang kecepatan angular 3192 deg/s, ketinggian gelombang 0,245 m, frekuensi 4,06 Hz dan dengan periode 0,246 detik dan untuk putaran terendah yang dihasilkan yaitu 470,3 Rpm dengan kecepatan angular 2822 deg/s untuk ketinggian, frekuensi dan periode yang sama. Sedangkan putaran tertinggi yang dihasilkan adalah 86,61 dengan kecepatan angular 520 deg/s, ketinggian gelombang 0,057 m, frekuensi 1,12 Hz dan periode 1,892 detik dan putaran terendah yang dihasilkan yaitu 17,47 Rpm dengan kecepatan angular 105 deg/s untuk ketinggian, frekuensi dan periode yang sama.

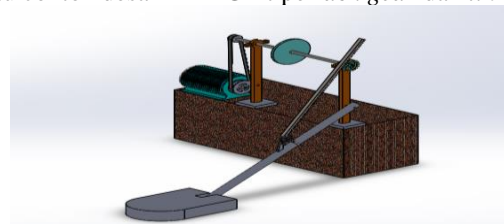
Kata Kunci: PLTGL, linkage, gelombang laut, simulasi, solidwork

PENDAHULUAN

Gelombang laut merupakan suatu fenomena alam yang selalu terjadi dilaut. Secara sederhana gelombang adalah gerak naik turunnya air laut. Selain dengan persediaan yang tiada habisnya teknologi ini juga ramah terhadap lingkungan dan dapat diperoleh secara cuma-cuma.

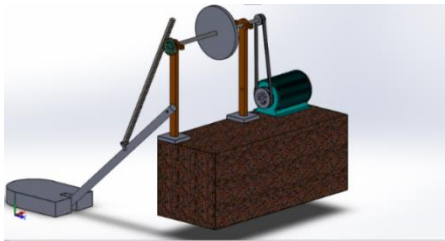
Berdasarkan penelitian terdahulu tentang analisa pembangkit listrik tenaga gelombang laut (PLTGL) menggunakan sistem *rack gear* dan *link* menggunakan *solidworks* yang dilakukan oleh (Ubed, 2019). PLTGL ini memanfaatkan gerakan gelombang laut yang diterima oleh pelampung kemudian diteruskan oleh tuas pelampung yang dihubungkan langsung dengan *link* dan *rack* sehingga *rack* memutar *gear* yang terhubung dengan poros atau mengubah gerakan vertical menjadi rotasi selanjutnya poros dihubungkan dengan *v-belt* menuju motor yang akan merubah menjadi energi listrik. Analisa PLTGL kombinasi *rack gear* dan *link* tersebut menggunakan data gelombang di pesisir pantai Berikat yang menghasilkan putaran tertinggi 18,516 Rpm dengan kecepatan angular 163 deg/s pada ketinggian gelombang 1,22 m dan putaran terendah 2,046 Rpm dengan kecepatan angular 61

deg/s terjadi pada ketinggian 0,561 m. Menunjukkan satu contoh desain PLTGL tipe *rack gear* dan *link*.

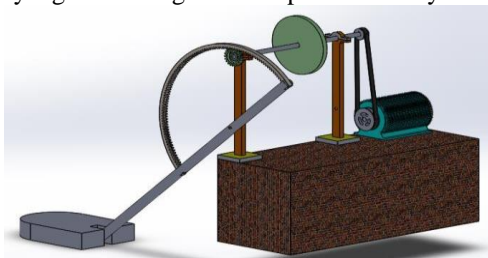


Gambar 1. Desain PLTGL Tipe *Rack Gear* dan *Link*

Penelitian lainnya tentang analisa PLTGL menggunakan sistem *rack and pinion* yang dilakukan oleh (Nova, 2019) menjelaskan cara kerjanya mengakumulasi energi gelombang laut untuk menggerakkan *rack and pinion* yang akan memutar turbin generator Berdasarkan analisa (PLTGL) dengan kombinasi *rack gear and pinion* dapat diketahui putaran tertinggi yaitu 21,828 Rpm terjadi pada gelombang dengan ketinggian 1,22 m dan putaran terendah yaitu 3,498 Rpm terjadi pada gelombang dengan ketinggian 0,285 m.

Gambar 2. Desain PLTGL Tipe *Rack and Pinion*

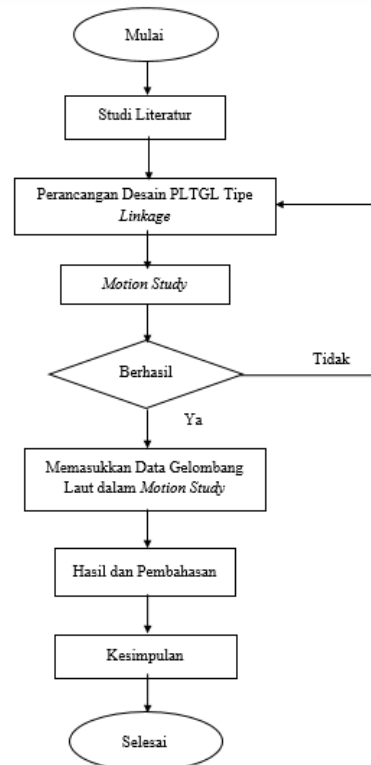
Pada penelitian yang dilakukan (Ari, 2019) pada PLTGL dengan desain *circular rack* dan *pinion* menggunakan *solidworks* menyajikan hasil yang lebih baik dari kedua peneliti tersebut. Hasil putaran akhir pada poros tertinggi yaitu 29,16 Rpm dan putaran terendah yaitu 5,46 Rpm pada ketinggian gelombang laut yang sama dengan kedua peneliti lainnya.

Gambar 3. Desain PLTGL Tipe *Circular Rack* dan *Pinion*

Melihat hasil-hasil penelitian diatas ada asumsi bahwa putaran yang dihasilkan dari ketiga desain tersebut masih belum memuaskan untuk dapat menggerakkan dinamo yang kemudian bisa menghasilkan listrik. Sebagai gambaran, *linkage* adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan mekanisme yang dapat mengubah gerakan naik turun menjadi gerakan memanjang dan memendek (maju mundur).

Penulis beranggapan bahwa melalui desain *linkage* ini, gerakan maju mundur yang diaplikasikan dengan *linkage rack gear* akan dapat memutar poros motor lebih tinggi dari penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya hasil akhir putaran tertinggi dengan menggunakan data gelombang air laut yang sama yaitu 18,516 Rpm. Sehingga target dari putaran menggunakan sistem *linkage* adalah sebesar 18,516 Rpm. Maka dari penjelasan latar belakang penulis mendapatkan ide untuk meneliti PLTGL tipe *linkage* dengan mencari putaran dan cara kerja yang berjudul analisis pembangkit listrik tenaga gelombang laut (PLTGL) dengan tipe *linkage* menggunakan *solidworks*.

METODE PENELITIAN



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

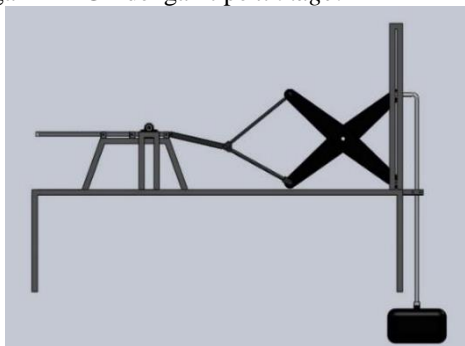
1. Analisa Masalah

Dalam hal ini penulis dituntut harus dapat memilih elemen mesin yang sesuai dengan kebutuhan analisa tersebut. Penelitian PLTGL dengan *linkage* hanya berfokus pada perhitungan putaran pada poros tidak sampai ke perhitungan putaran pada motor serta tidak melihat adanya hambatan dan gaya-gaya gesek yang terjadi. Desain rancangan PLTGL *linkage* sendiri hanya mampu pada ketinggian maksimum 0,24 m yang menggunakan perhitungan perskala data. Perhitungan perskala data adalah dimana jarak yang kita gunakan berbeda tetapi kecepatan yang digunakan berbeda. Perskala data dilakukan karena melihat dari hasil desain rancangan PLTGL *linkage* sendiri dimana ketinggian maksimum gelombang laut hanya mampu pada ketinggian 0,24 m dimana dari data penelitian sebelumnya yang kita gunakan dari data badan informasi geospasial (BIG) ketinggian maksimum gelombang laut mencapai 1,22 m. Pada penelitian PLTGL *linkage* menggunakan data perskala data yang mana diasumsikan sama dengan data dari badan informasi geospasial (BIG).

2. Hasil Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) Tipe Linkage

Untuk hasil rancangan PLTGL dengan tipe *linkage* dimensi yang di desain masih berupa tahap perkiraan dan tanpa memperhatikan adanya hambatan, kekuatan material, serta gaya-gaya yang bekerja pada setiap batang. Untuk desain rancangan PLTGL *linkage* sendiri kapasitas maksimum hanya mampu pada ketinggian gelombang laut 0,24 m. Sehingga pada saat memasukkan data ke dalam simulasi pada *motion study* data yang digunakan menggunakan data perskala data yang diasumsikan sama dengan data dari badan

informasi geospasial (BIG). Berikut gambar 3D rancangan PLTGL dengan tipe *linkage*:



Gambar 5. Rancangan PLTGL Dengan Tipe *Linkage*

3. Data Gelombang Air Laut

Adapun data yang disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Data Ketinggian Dan Periode Gelombang Badan Informasi Geospasial (BIG) Dan Perskala Data

No	Tanggal	Gelombang			
		BIG	Perskala	BIG	
		Tinggi(m)		Periode(dt)	
1	1/1/2019	0,561	0,112	1,282	6,73
2	2/1/2019	0,675	0,135	1,418	7,06
3	3/1/2019	0,603	0,120	1,333	6,651
4	4/1/2019	0,584	0,116	1,226	6,118
5	5/1/2019	0,717	0,143	1,010	5,048
6	6/1/2019	0,722	0,144	1,058	5,288
7	7/1/2019	0,607	0,121	1,111	5,554
8	8/1/2019	0,471	0,094	1,204	6,013
9	9/1/2019	0,319	0,063	1,234	6,141
10	10/1/2019	0,285	0,057	0,892	4,457
11	11/1/2019	0,373	0,074	0,796	3,975
12	12/1/2019	0,327	0,065	1,047	5,211
13	13/1/2019	0,326	0,065	1,162	5,784
14	14/1/2019	0,322	0,064	1,005	5,017
15	15/1/2019	0,369	0,073	0,854	4,272
16	16/1/2019	0,388	0,077	1,081	5,445
17	17/1/2019	0,491	0,098	1,176	5,852
18	18/1/2019	0,502	0,100	1,265	6,314
19	19/1/2019	0,732	0,146	1,036	5,162
20	20/1/2019	0,836	0,167	1,058	5,29
21	21/1/2019	0,663	0,132	1,086	5,428
22	22/1/2019	0,516	0,103	1,104	5,512
23	23/1/2019	0,798	0,139	0,938	4,691
24	24/1/2019	1,11	0,222	1,020	5,1
25	25/1/2019	1,22	0,224	0,245	1,226
26	26/1/2019	1,174	0,234	1,041	5,182
27	27/1/2019	0,956	0,141	0,980	4,897
28	28/1/2019	0,77	0,154	0,930	4,637
29	29/1/2019	0,689	0,137	0,896	4,467
30	30/1/2019	0,378	0,075	0,980	4,895
31	31/1/2019	0,765	0,153	0,985	4,926

4. Ketinggian dan frekuensi gelombang air laut

$$\text{Perskala data} = \frac{285 \text{ mm}}{1220 \text{ mm}} = 0,2 \text{ mm}$$

Dimana 0,2 adalah jarak yang didapatkan dari perhitungan pembagian ketinggian terendah dibagi ketinggian tertinggi dari data BIG. Maka ketinggian untuk penelitian PLTGL *linkage* yaitu:

$$t_1 = 285 \times 0,2 = 57 \text{ mm} = 0,057 \text{ m}$$

$$t_2 = 1220 \times 0,2 = 245 \text{ mm} = 0,245 \text{ m}$$

Dimana 57 mm adalah data ketinggian terendah dan 245 mm adalah data ketinggian tertinggi gelombang laut dari perhitungan perskala data. Dari hasil perhitungan perskala data ini diasumsikan bahwa data terendah dan tertinggi gelombang laut sama dengan data tertinggi dan terendah BIG.

Frekuensi:

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f_1 = \frac{1}{1,226} = 0,815 \text{ hz}$$

$$f_2 = \frac{1}{4,457} = 0,224 \text{ hz}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$T_1 = \frac{1}{0,815} = 1,23 \text{ detik}$$

$$T_2 = \frac{1}{0,224} = 4,46 \text{ detik}$$

Maka untuk mencari frekuensi dengan perskala data yaitu:

$$T_1 = 1,23 \times 0,2 = 0,246 \text{ detik}$$

$$T_2 = 4,46 \times 0,2 = 0,892 \text{ detik}$$

Konversikan:

$$f_1 = \frac{1}{0,246} = 4,06 \text{ hz}$$

$$f_2 = \frac{1}{0,892} = 1,12 \text{ hz}$$

Tabel 2. Data Ketinggian Dan Frekuensi Gelombang Dari Badan Informasi Geospasial (BIG)

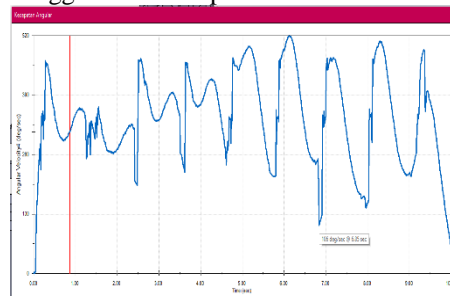
No	Tinggi Gelombang (m)	Periode (dt)	Frekuensi (hz)
1	0,285	0,892	0,224
2	1,22	0,246	0,815

Tabel 3. Data Ketinggian Dan Frekuensi Gelombang Dari Hasil Perskala Data

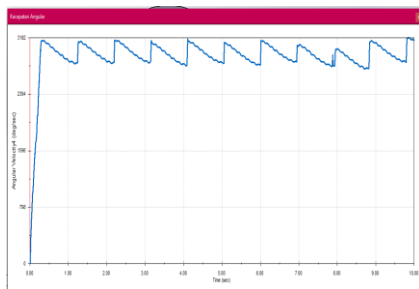
No	Tinggi Gelombang (m)	Periode (dt)	Frekuensi (hz)
1	0,245	0,246	4,06
2	0,057	0,892	1,12

5. Kecepatan angular rancangan pltgl dengan solidworks

Disajikan dalam bentuk grafik data kecepatan angular yang sudah dimasukkan ke dalam motion study dengan menggunakan data perskala data.



Gambar 6. Grafik Kecepatan Angular Maksimal dengan tinggi 0,057 m Menggunakan *Solidworks*



Gambar 7. Grafik Kecepatan Angular Maksimal dengan tinggi 0,245 m Menggunakan Solidworks

Tabel 4. Hasil Analisa Kecepatan Angular (ω) dengan Solidworks

No.	Tinggi Gelombang (m)	Frekuensi (Hz)	Kecepatan Angular (ω) (deg/s)
1	0,245	4,06	3192 2822
2	0,057	1,12	520 105

6. Konversi Ke Rad/S

Untuk ketinggian gelombang laut 0,245 m:

$$n = \frac{\omega \times \pi}{180}$$

$$n_1 = \frac{3192 \times \pi}{180} = 55,71 \text{ rad/sec}$$

$$n_2 = \frac{2822 \times \pi}{180} = 49,25 \text{ rad/sec}$$

Untuk ketinggian gelombang laut 0,057 m:

$$n = \frac{\omega \times \pi}{180}$$

$$n_1 = \frac{520 \times \pi}{180} = 9,07 \text{ rad/sec}$$

$$n_2 = \frac{105 \times \pi}{180} = 1,83 \text{ rad/sec}$$

Tabel 5. Hasil Analisis Kecepatan Angular Dalam Satuan Radian/Sekon

Kecepatan Angular (ω) (deg/s)		Kecepatan Angular (ω) (rad/s)	
Max	Min	Max	Min
3192	520	55,71	9,07
2822	105	49,25	1,83

7. Mencari Putaran

Maka besarnya putaran dapat kita cari yaitu:

Ketinggian 0,245 m :

$$n = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$n_1 = \frac{55,71 \text{ rad/s}}{2\pi}$$

$$n_1 = 8,86 \text{ Rps}$$

$$n = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$n_2 = \frac{49,26 \text{ rad/s}}{2\pi}$$

$$n_2 = 7,83 \text{ Rps}$$

Ketinggian 0,057 m :

$$n = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$n_1 = \frac{9,07 \text{ rad/s}}{2\pi}$$

$$n_1 = 1,44 \text{ Rps}$$

$$n = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$n_2 = \frac{1,83 \text{ rad/s}}{2\pi}$$

$$n_2 = 0,291 \text{ Rps}$$

Ketinggian 0,245 m:

$$n = n(\text{rps}) \times 60 \text{ sekon}$$

$$n_1 = 8,86 \times 60 \text{ sekon}$$

$$n_1 = 532 \text{ Rpm}$$

$$n = n(\text{rps}) \times 60 \text{ sekon}$$

$$n_2 = 7,83 \times 60 \text{ sekon}$$

$$n_2 = 470 \text{ Rpm}$$

Ketinggian 0,057 m:

$$n = n(\text{rps}) \times 60 \text{ sekon}$$

$$n_1 = 1,44 \times 60 \text{ sekon}$$

$$n_1 = 86,4 \text{ Rpm}$$

$$n = n(\text{rps}) \times 60 \text{ sekon}$$

$$n_2 = 0,291 \times 60 \text{ sekon}$$

$$n_2 = 17,46 \text{ Rpm}$$

Tabel 6. Hasil Putaran Dari Analisa Data

No	Tinggi gelombang (m)	Frekuensi (hz)	Kecepatan angular (kec.Max) (deg/s)	Putaran (n) (Rps)	Putaran (n) (Rpm)
1	0,245	4,06	3192 2822	8,86 7,83	532 470
2	0,057	1,12	520 105	1,44 0,291	86,4 17,46

Semakin tinggi gelombang maka semakin besar putaran dari poros yang dapat dihasilkan sebaliknya jika tinggi gelombang rendah maka kecil pula hasil putaran pada poros yang didapatkan. Apabila periode gelombang besar maka putaran yang dihasilkan kecil, sebaliknya apabila semakin kecil periode gelombang maka semakin besar pula putaran yang akan dihasilkan. Hal ini terjadi karena dengan periode yang lama akan menyebabkan hentakan dari pelampung, maka lengan gelombang dan rack juga akan semakin lambat akibat putaran gear yang semakin kecil walaupun gelombang laut dengan ketinggian yang tinggi. Dua *variable* inilah yang paling berpengaruh terhadap putaran yaitu gelombang yang memiliki tinggi yang besar dan periode yang kecil paling baik untuk mengaplikasikan rancangan PLTGL tipe *linkage* ini.

KESIMPULAN

Dari analisa PLTGL dengan tipe *linkage* menggunakan aplikasi solidworks pada fitur motion study dengan menggunakan data ketinggian dan frekuensi perskala data, data tertinggi dan dan terendah

maka didapatkan putaran yang dihasilkan adalah 532 rpm yang kecepatan angularnya 3192 deg/s serta ketinggian gelombangnya 0,245 m, frekuensi 4,06 hz dan dengan periode 0,246 detik dan untuk putaran terendah yang dihasilkan yaitu 470,3 rpm dengan kecepatan angularnya 2822 deg/s untuk ketinggian, frekuensi dan periode yang sama. Sedangkan putaran tertinggi dari hasil rancangan PLTGL dengan tipe *linkage* yang dihasilkan adalah 86,61 yang kecepatan angularnya 520 deg/s serta ketinggian gelombangnya 0,057 m, frekuensi 1,12 hz dan periode 0,892 detik dan untuk putaran terendah yang dihasilkan yaitu 17,47 Rpm dengan kecepatan angularnya 105 deg/s untuk ketinggian, frekuensi dan periode yang sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung yang telah mendanai seminar dan prosiding artikel ini.

REFERENSI

- Nurhadi, Muhammad Ubed, 2019. "Analisa Simulasi Penggerak Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Rack Gear Dan Link Menggunakan Solidworks". Skripsi Thesis. Universitas Bangka Belitung.
- Pebrianto, Ari. 2019. "Rancangan Dan Analisa Putaran Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Dengan Sistem Circular Rack Dan Pinion Menggunakan Solidworks". Skripsi Thesis. Universitas Bangka Belitung.
- Roliana, Nova. 2019. "Rancangan Dan Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) Dengan Sistem Rack Gear and Pinion". Skripsi thesis. Universitas Bangka Belitung